

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

Utilización de una cobertura y su efecto sobre la incidencia de “sarna plateada” (*Helminthosporium solani* Dur. and Mont.), en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Desirée almacenados bajo condiciones de bodega y cámara de frío.

Tesis presentada como parte de
los requisitos para optar al grado
de Licenciado en Agronomía

Fernando Andrés Morales Márquez

VALDIVIA – CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE:

Nancy Andrade S.

Ing. Agr. M. Sc.

PROFESORES INFORMANTES:

Andrés Contreras M.

Ing. Agr.

Eduardo Valenzuela F.

Lic. Cs. M. Sc. Dr. Cs.

INSTITUTO DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD VEGETAL

a mis padres...
Silvia y Juan

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres y hermana, por su cariño y apoyo incondicional durante mi vida, sin Uds. nada de esto habría sido posible.

A la *profe* Nancy por su paciencia y constante ayuda y disposición durante el desarrollo de este trabajo. A los profesores Andrés Contreras y Eduardo Valenzuela por sus valiosos aportes en la corrección de la tesis.

Al personal de la estación Santa Rosa por la ayuda brindada al inicio del trabajo.

Y finalmente, pero no por ello menos importante, a toda la buena gente que conocí durante el paso por la Universidad, en especial a mis *amig@s* y colegas Javier, Jano, Karin, Paty; al Domingo (Chumingo), la Caro (la Vecina), Ricardo, Marcelo, la Pame, el Héctor, al Pablo, a la Yarela... Gracias por su amistad ...

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1	La papa	4
2.2	<i>Helminthosporium solani</i> Dur. and Mont.	5
2.2.1	Taxonomía	5
2.2.2	Características del patógeno	5
2.2.3	Ciclo de la enfermedad	6
2.2.4	Desarrollo de la enfermedad en almacenaje	8
2.2.5	Desarrollo de la enfermedad sobre el tubérculo	10
2.2.6	Síntomas	13
2.2.7	Aspectos del control de la enfermedad	14
2.2.8	Importancia de la enfermedad	15
3	MATERIAL Y METODOS	18
3.1	Ubicación del ensayo	18
3.2	Origen de los tubérculos	18
3.3	Selección de los tubérculos	18
3.4	Establecimiento y fechas de evaluaciones	20
3.5	Descripción del ensayo	20
3.6	Evaluaciones	20

3.7	Diseño del experimento	21
3.8	Análisis estadístico	22
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
4.1	Efecto del nivel de infección y el tipo de almacenaje sobre las variables Peso e Incidencia a los 50 días de almacenaje	23
4.1.1	Efecto de los factores sobre el peso a los 50 días de almacenaje	24
4.1.2	Efecto de los factores sobre la incidencia de la enfermedad a los 50 días de almacenaje	26
4.2	Efecto del nivel de infección y el tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia a los 100 días de almacenaje	28
4.2.1	Efecto de los factores sobre el peso a los 100 días de almacenaje	29
4.2.2	Efecto de los factores sobre la incidencia de la enfermedad a los 100 días de almacenaje	31
4.3	Efecto del nivel de infección y el tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia a los 150 días de almacenaje	34
4.3.1	Efecto de los factores sobre el peso a los 150 días de almacenaje	35
4.3.2	Efecto de los factores sobre la incidencia de la enfermedad a los 150 días de almacenaje	36
5	CONCLUSIONES	42
6	RESUMEN	43

	SUMMARY	45
7	BIBLIOGRAFIA	46
	ANEXOS	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Principales países productores de papa (2003).	5
2	Primeros reportes de “sarna plateada” en papa en el mundo.	17
3	Factores del ensayo y sus respectivos niveles.	22
4	Significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia, a los 50 días de almacenaje.	23
5	Efecto del nivel de infección sobre el peso	24
6	Efecto del tipo de almacenaje sobre el peso	25
7	Efecto del tipo de almacenaje sobre la incidencia	26
8	Significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia, a los 100 días de almacenaje	28
9	Efecto del nivel de infección sobre el peso	30
10	Efecto del tipo de almacenaje sobre el peso	31
11	Efecto del nivel de infección sobre la variable incidencia	31
12	Efecto del tipo de almacenaje sobre la variable incidencia	33
13	Significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia, a los 150 días de almacenaje	34
14	Efecto del factor Nivel de Infección sobre la variable peso	35
15	Efecto del tipo de almacenaje sobre la variable peso	36

16	Efecto del factor Nivel de Infección sobre la variable incidencia	37
17	Efecto del tipo de almacenaje sobre la variable incidencia	38

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo de la enfermedad.	8
2	Desarrollo de <i>H. solani</i> sobre la superficie del peridermo	11
3	Desarrollo de <i>H. solani</i> dentro de las células de corcho (en rojo se destaca el crecimiento de las hifas dentro de las células de corcho del peridermo)	12
4	Representación del peridermo en un tubérculo de papa	13
5	Estimación de niveles porcentuales de cobertura de “sarna plateada” sobre la piel del tubérculo	19
6	Esquema de la distribución del ensayo en bodega y cámara de frío.	21

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Pesos iniciales en cámara de frío por repetición sin cobertura (kg).	53
2	Pesos iniciales en cámara de frío por repetición con cobertura (kg).	54
3	Pesos iniciales en bodega por repetición sin cobertura (kg).	55
4	Pesos iniciales en bodega por repetición con cobertura (kg).	56
5	Análisis de varianza para peso a los 50 días de almacenaje	57
6	Análisis de varianza para peso a los 100 días de almacenaje	57
7	Análisis de varianza para peso a los 150 días de almacenaje	58
8	Análisis de varianza para incidencia a los 50 días de almacenaje	58
9	Análisis de varianza para incidencia a los 100 días de almacenaje	59
10	Análisis de varianza para incidencia a los 150 días de almacenaje	59
11	Ficha técnica cv. Desireé	60

1 INTRODUCCION

Con el constante aumento de la población mundial, se hace inminente el hecho de satisfacer sus necesidades alimenticias, en este punto la agricultura desempeña un rol protagónico. La producción de alimentos en el mundo ha crecido principalmente gracias a la incorporación de tecnologías que facilitan el trabajo agrícola y a su vez lo hacen más rentables para los nuevos empresarios agrícolas, quienes ostentan altos niveles de rendimiento y producción en sus respectivos rubros.

Además de los aumentos en rendimiento, han aumentado también las especies producidas, es decir, la agricultura se ha diversificado, sin embargo a pesar de dicha diversificación, existen tres o cuatro cultivos que desde hace muchos tiempo lideran la producción mundial de alimentos y son base fundamental de la alimentación de la población que vive en la pobreza, especialmente en los denominados países subdesarrollados, donde no cuentan con recursos que permitan inyectar tecnología a la agricultura y como consecuencia de ello los rendimientos están lejos de ser los mejores y apenas si alcanzan para satisfacer las necesidades del grupo familiar.

Dentro de aquellos cultivos mencionados como líderes en cuanto a su producción mundial, se encuentra la papa, que con el correr de la historia se ha expandido por todo el mundo sin existir lugar donde sea desconocida, convirtiéndose en uno de los alimentos más ampliamente consumidos en todo el mundo. La investigación sobre técnicas de producción, mejoramiento, cultivares, etc. es abundante, sin embargo por tratarse de un ente biológico, su producción no esta exenta de dificultades que a pesar de la amplia información existente son inevitables, entre ellos, los problemas fitopatológicos. Como la

papa, en la generalidad de los casos, no puede producirse en forma continua durante el año, su almacenaje se hace imprescindible para mantener un *stock* constante, consecuencia de ello es la aparición de nuevas enfermedades que se suman a aquellas que causan problemas en campo. Una típica enfermedad de almacenaje, distribuida mundialmente y conocida como “sarna plateada”, que durante mucho tiempo se mantuvo casi sin investigación, ha cobrado importancia en los últimos años dado al impacto que ésta causa en tubérculos almacenados.

En este contexto se enmarca el presente trabajo, el que se propone lo siguiente:

Hipótesis: Al cubrir tubérculos de papa durante el almacenaje, se reduce la incidencia de “sarna plateada” y la consiguiente pérdida de peso.

Objetivos Generales: Evaluar el efecto de la aplicación de una cobertura sobre papas del cultivar Desirée, almacenadas en bodega y cámara de frío, en relación al comportamiento de *Helminthosporium solani* Dur. and Mont. a través del tiempo, sobre los parámetros de variación de peso e incidencia de la enfermedad.

Objetivos específicos:

- Medir la variación de peso de los tubérculos a través del tiempo bajo condiciones de almacenaje de bodega y cámara de frío en presencia y ausencia de cobertura.
- Determinar la incidencia de “sarna plateada” sobre los tubérculos a través del tiempo en las bajo condiciones de almacenaje de bodega y cámara de frío en presencia y ausencia de cobertura.

- Determinar la existencia de diferencias entre los distintos tratamientos de almacenaje y establecer cual de ellos es el mejor, considerando los parámetros de pérdida de peso y diseminación de la enfermedad.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La papa.

La papa es una planta dicotiledónea, suculenta, herbácea, que puede comportarse como anual por su parte aérea o, perenne, por sus tubérculos (ALONSO, 1996; MONTALDO, 1984). Según ALONSO (1996), la estructura de la planta puede ser diferenciada en parte aérea, compuesta por los tallos, las hojas, las flores y los frutos; y parte subterránea, compuesta por las raíces, estolones y tubérculos.

Su origen es indudablemente sudamericano y fue llevada Europa por los conquistadores europeos aproximadamente en el año 1570 (ALONSO, 1996; MONTALDO, 1984).

Es importante considerar también, que dentro de los principales cultivos que sustentan la producción mundial de alimentos, el cultivo de la papa ocupa el cuarto lugar, luego del trigo, el maíz y el arroz, es la dieta básica de aproximadamente 500 millones de personas en países en vías de desarrollo y en todo el mundo es consumida por más de mil millones de personas (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, CIP. y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 1995). Según GLENNON (2000), en las últimas tres décadas su cultivo se ha incrementado de manera muy rápida en proporción a cualquier otro cultivo (a excepción del trigo), sobre todo en países en vías de desarrollo (Cuadro 1).

CUADRO 1: Principales países productores de papa (2003).

País	Producción (ton métricas)	Sup. Cultivada (ha)	Rendimiento (Ton/ha)
China	66.813.331	4.501.667	14,8
Rusia	36.746.512	3.171.990	11.6
Polonia	36.746.512	765.771	17.9
Estados Unidos	20.821.930	505.980	41.2
India	23.161.400	1.337.200	17.3
Ucrania	18.500.000	1.600.000	11,6
Bielorrusia	8.600.000	524.400	16,4
Turquía	5.300.000	200.000	26,5
Canadá	5.324.330	180.490	29,5
Chile	1.093.728	56.000	19,5
Total Mundial *	310.810.336	18.896.832	16.4

*Incluido resto del mundo.

FUENTE: ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2004.

2.2 *Helminthosporium solani* Dur. and Mont.

2.2.1 Taxonomía. Agente causal de “sarna plateada” sobre tubérculos de papa, es clasificado por AINSWORTH, *et al.* 1995, como un hongo Mitospórico, agrupación artificial que comprende a los hongos conocidos que no han sido relacionados con un estado meiótico o telomorfo.

2.2.2 Características del patógeno. El micelio del hongo es oscuro, característica que se acentúa más con la edad. Los conidióforos no son ramificados y presentan septas, sobre ellos se desarrollan las conidias en forma verticilada, estas últimas se caracterizan por ser largas cilíndricas, oscuras ligeramente curvadas y con una gruesa pared, su tamaño varía entre 15 a 64

μm de largo y 4 a 8 μm de ancho, encontrándose en número de 5 a 30 por conidióforo. Las conidias y conidióforos emergen desde un estroma. (ERRAMPALLI, *et al.* 2001; Hunger y McEntyre, 1979, citados por ERRAMPALLI *et al.* 2001; Barnett y Hunter, 1998 citados por ERRAMPALLI, *et al.* 2001).

Estudios realizados por FRAZIER, *et al.* (1998), demuestran que las conidias pueden permanecer viables por períodos de tiempo de entre 3 y 9 meses en materiales comúnmente utilizados en bodegas de almacenaje de papas.

Por otra parte, estudios realizados por BAINS, *et al.* (1996), indican que *H. solani* solo tiene como hospedero a los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.), no encontrando los autores ninguna otra especie cultivada o maleza ser hospedera del patógeno, corroborando lo indicado por KAMARA y HUGUELET (1972), quienes, a excepción de tubérculos de papa, no encontraron en sus estudios otro hospedero del hongo.

2.2.3 Ciclo de la enfermedad. Según ERRAMPALLI, *et al.* (2001), el ciclo de la enfermedad tiene dos fases: campo y almacenaje. El mismo autor señala que la infección primaria ocurre tanto en campo como en almacenaje y las conidias producidas sobre tubérculos almacenados sirven como inóculo para el ciclo secundario de infección, ya que la enfermedad se transmite de un tubérculo enfermo a otro sano durante el período de almacenaje (FRAZIER, *et al.* 1998). Según el mismo autor, en campo la infección ocurre cuando los tubérculos hijos toman contacto directo con el tubérculo semilla o cuando se desarrollan muy cerca de éste, sin embargo, RODRIGUEZ *et al.* (1996), indica que los mecanismos de transferencia de la infección desde la semilla a los nuevos tubérculos es desconocida (Figura 1).

El período en el cual se produce la máxima infección y contagio hacia nuevos tubérculos, ocurre durante la manipulación poscosecha y durante las primeras dos o tres semanas de almacenaje (SHETTY, *et al.* s.f), con la salvedad de que, según estudios de RODRIGUEZ *et al.* (1996), la nueva infección en almacenaje requiere del transcurso de un período de tiempo mayor a una semana.

La liberación de las conidias durante el almacenaje, marca el inicio del problema en campo, puesto que al tomar tubérculos semillas contaminados, estos transmitirán la enfermedad nuevamente, a pesar de que el movimiento de conidias en almacenaje podría causar un impacto potencialmente mucho más grande en campo de lo que causa realmente (RODRIGUEZ, *et al.* 1996). El tubérculo semilla es considerado la fuente primaria de inóculo y es muy común encontrar lotes de semilla comercial infectada (MERIDA, *et al.* 1994).

Existe evidencia que sugiere que el patógeno puede sobrevivir por cortos períodos de tiempo en el suelo o en restos de materia orgánica muerta o en descomposición, produciendo ello infección ocasionada por conidias libres provenientes de cultivos anteriores (SHETTY, *et al.* s.f, RODRIGUEZ, *et al.* 1996 y MERIDA *et al.* 1994), sin embargo según MERIDA *et al.* (1994), el inóculo existente en el suelo no es importante.

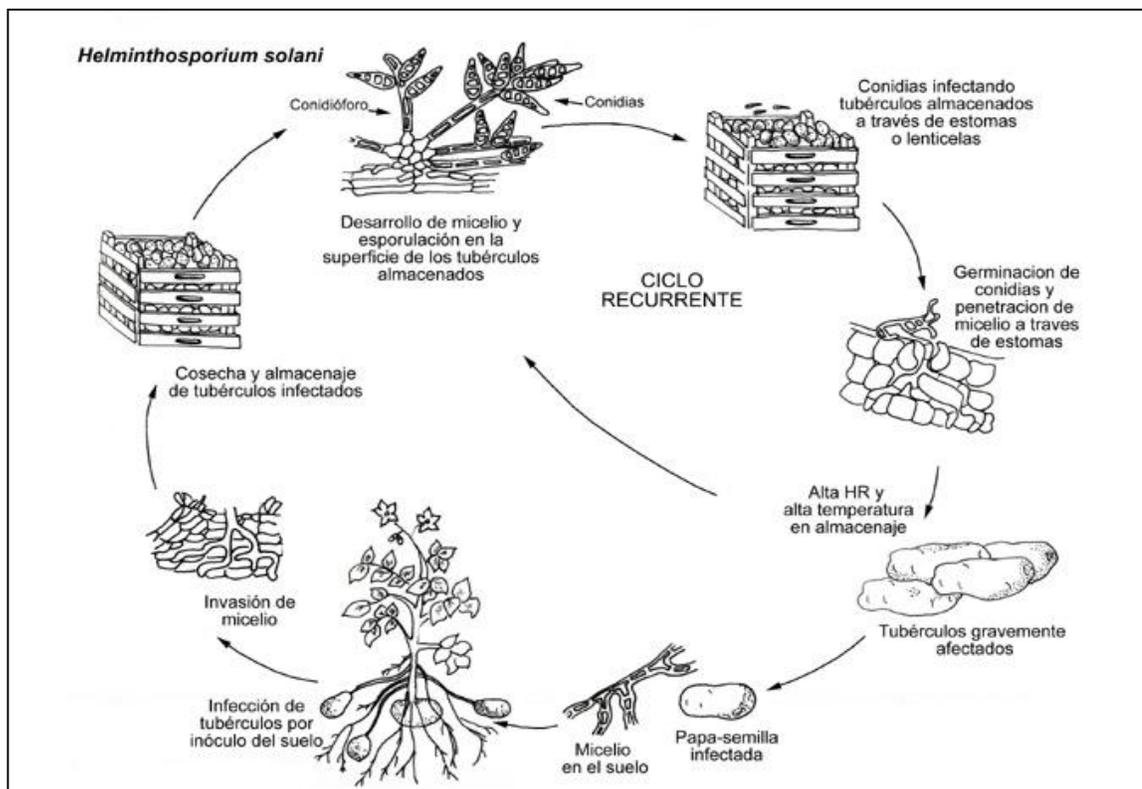


Figura 1: Ciclo de la enfermedad.

Fuente: SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2004.

2.2.4 Desarrollo de la enfermedad en almacenaje: A nivel nacional e internacional la producción de papa, en general, se concentra en una determinada época en el año, puesto que es prácticamente imposible mantener una producción constante. Ello hace imprescindible su almacenaje para contar con abastecimiento durante el resto del año, ya que los consumidores mantienen una demanda más o menos constante (CONTRERAS, 1991 y BOOTH y SHAW, 1981). En este período, uno de los principales cuidados es mantener las pérdidas por almacenaje lo más bajo posible, lo que se dificulta por el hecho de ser los tubérculos de papa un órgano vegetal vivo (BOOTH y SHAW, 1981). Las pérdidas en poscosecha están determinadas por tres factores: físicos, debido a daños mecánicos ocasionados durante todo el período desde la cosecha hasta el almacenaje; fisiológicos, debido a la

condición de órgano vivo del tubérculo, al ser sometido a condiciones de temperatura extrema, aumenta la pérdida de agua debido a respiración y transpiración, tales pérdidas aumentan si se almacenan los tubérculos dañados mecánicamente o enfermos; pérdidas ocasionadas por patógenos, probablemente las mayores pérdidas se deben a ataques de microorganismos, lo que usualmente está predispuesto por los factores físicos y fisiológicos mencionados anteriormente (BOOTH y SHAW, 1981).

“Sarna plateada” se manifiesta preferentemente en tubérculos almacenados, ya que según se ha observado, las condiciones de almacenaje se relacionan con el incremento de la enfermedad y con el desarrollo del patógeno (RODRIGUEZ *et al.* 1996). Los tubérculos de papa generalmente son almacenados a Humedad Relativa de 90% o más, mientras que el rango de temperatura varía de acuerdo al uso final del tubérculo, así por ejemplo según RODRIGUEZ *et al.* (1996), el tubérculo semilla se almacena entre 3 a 4° C, papa consumo entre 4 a 7° C y papa destinada a frituras y chips se almacenan entre 8 a 10° C y 10 a 13° C respectivamente. El mismo autor indica que sobre el tubérculo el hongo puede esporular a rangos de temperatura que van entre 2 a 27° C y el crecimiento de las lesiones se retardan a temperaturas bajo los 9° C. Por otra parte, estudios realizados por LENNARD (1980), indican que al almacenar tubérculos a 4 o 5° C, aún con alta humedad relativa, se retrasa la incidencia de la enfermedad. Respecto a la influencia de la humedad relativa RODRIGUEZ *et al.* (1996), indica que el rango óptimo para el desarrollo del hongo está alrededor de 90%, sin embargo aún puede esporular abundantemente entre 85 a 100% de humedad relativa, bajo el 85% de humedad el desarrollo del hongo es lento y se detiene completamente bajo el 55% de humedad relativa. LENNARD (1980), coincide con lo anterior señalando además que el almacenaje de tubérculos de papas en atmósferas secas, ocasionan mayores pérdidas de peso que el almacenaje realizado en bajo condiciones más húmedas, a iguales niveles de infección. Se concluye que las

óptimas condiciones medioambientales para el adecuado almacenaje de papa y para el desarrollo del hongo son coincidentes, por lo tanto existe una continua relación entre patógeno y hospedero en almacenaje.

Todo lo anterior se ve potenciado además, por la uniformidad de las condiciones medioambientales durante el período de almacenaje, lo que le permite al hongo una sostenida producción de conidias que se dispersarán e infectarán nuevos tubérculos (RODRIGUEZ *et al.* 1996)

FRAZIER *et al.* (1998), indican que para reducir el desarrollo de la enfermedad durante el almacenaje, es conveniente realizar un proceso de curado de los tubérculos a temperaturas de 13° C y 85% de humedad relativa, por un período de tiempo de 2 a tres semanas. El mismo autor señala además que el agua libre incrementará la incidencia de “sarna plateada” sobre los tubérculos almacenado.

2.2.5 Desarrollo de la enfermedad sobre el tubérculo: En cuanto al desarrollo del hongo sobre el peridermo del tubérculo, los estudios más acabados al respecto han sido los realizados por HEINY y M^cINTYRE (1983), quienes inocularon artificialmente conidias de *H. solani* sobre el peridermo de tubérculos de papa. Los investigadores determinaron que algunas conidias son capaces de germinar sobre el peridermo a las 16 horas luego de ser inoculadas, mientras que otras necesitaban largos períodos de incubación sobre éste; a los dos días de la inoculación se observaron estructuras semejantes a apresorios en algunas hifas; a los cinco días de la inoculación una conidia del hongo era capaz de formar al menos siete estructuras semejantes a apresorios; luego de cuatro o cinco días posteriores a la inoculación las estructuras semejantes a apresorios producían hifas que crecían sobre el peridermo o lo penetraban y continuaban su crecimiento; a los seis días de la inoculación las hifas formaron estromas rudimentarios que dieron origen a conidióforos. En la Figura 2 se

presenta una esquematización del desarrollo del hongo sobre el peridermo del tubérculo, donde: (A) Una conidia germina sobre la superficie del peridermo y forma una estructura semejante a un apresorio, (B) desde aquí crece una hifa que originará un bulbo que será la base del (C) desarrollo de un conidióforo. (D) Desde la base del conidióforo la hifa puede penetrar la superficie del peridermo. (E) Alternativamente, una conidia puede germinar produciendo un tubo germinativo, que (F) se desarrolla directamente en un estroma rudimentario (G) sobre la superficie del peridermo. (H) Los conidióforos se desarrollan directamente del estroma.

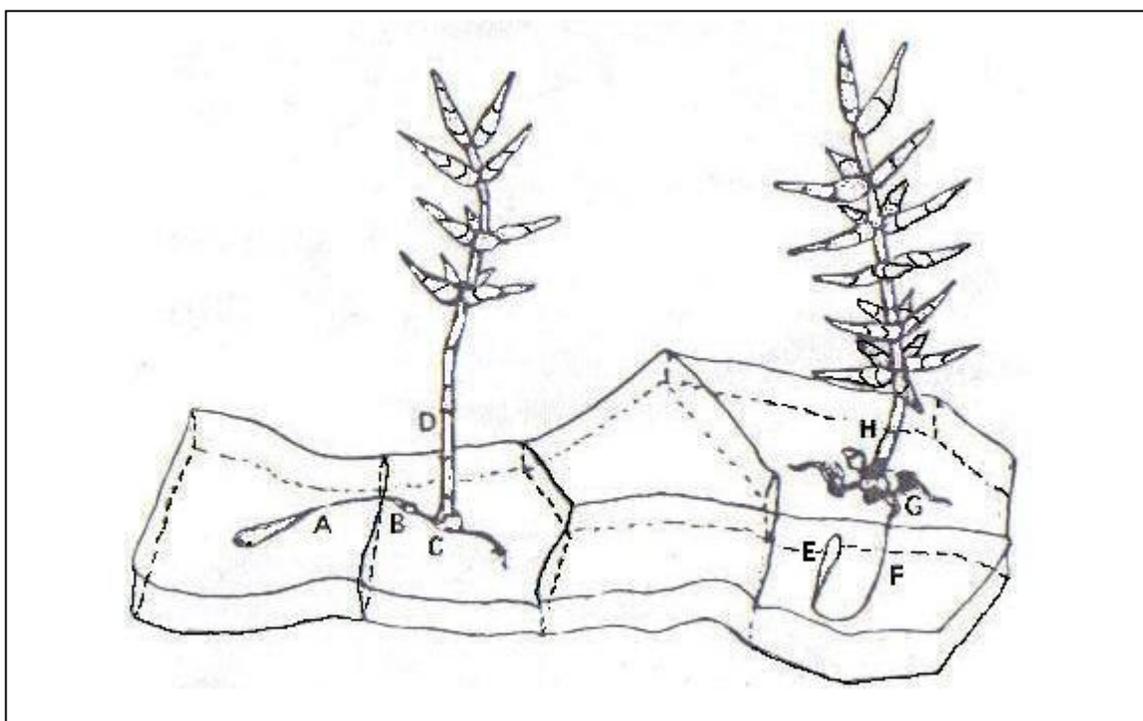


Figura 2: Desarrollo de *H. solani* sobre la superficie del peridermo.

Fuente: HEINY y M^CINTYRE, 1983.

En la Figura 3 es posible apreciar el desarrollo del hongo dentro de las células de corcho (células de la superficie del peridermo), donde: (A) Una conidia germina sobre la superficie del peridermo, (B) la hifa desarrolla una estructura semejante a un apresorio, (C) esta estructura genera una hifa que

penetra las células de corcho (D) y se engruesa en un punto, desde donde proliferan las hifas dentro de las células (E) atravesando las paredes celulares. (F) Se forma un estroma rudimentario dentro de las células que (G) da origen a los conidióforos los cuales (H) empujan rompiendo el peridermo hacia el exterior a medida que se desarrollan.

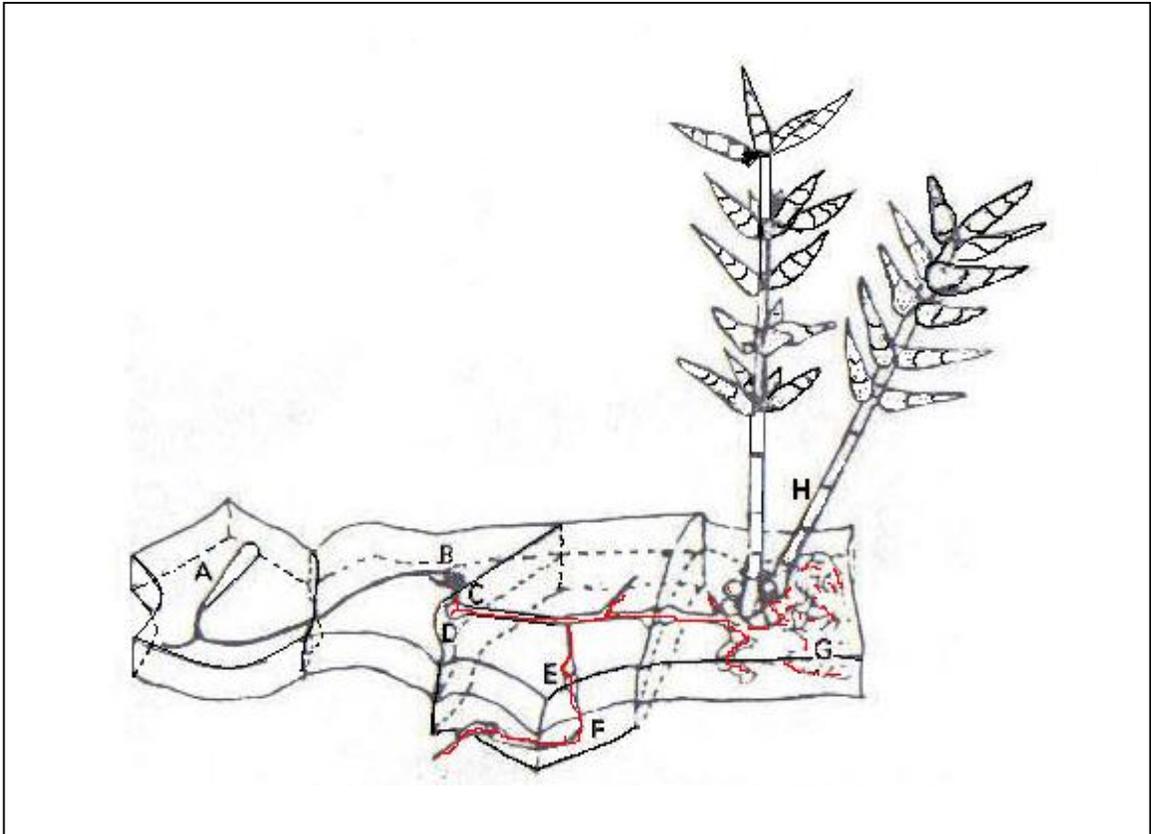


Figura 3: Desarrollo de *H. solani* dentro de las células de corcho (en rojo se destaca el crecimiento de las hifas dentro de las células de corcho del peridermo).

Fuente: HEINY y M^oINTYRE, 1983.

El peridermo es una capa de células protectoras especializadas en prevenir la rápida pérdida de agua desde células parenquimáticas almacenadoras subyacentes, también previene la entrada de patógenos del suelo (PETERSON, *et al.* 1985). En tubérculos maduros el peridermo está

compuesto por 6 a 10 capas de células con sus paredes suberizadas (Figura 4) (PETERSON, *et al.* 1985). Durante la formación del tubérculo, la epidermis del estolón en expansión, es reemplazada por el peridermo (TYNER, *et al.* 1997).

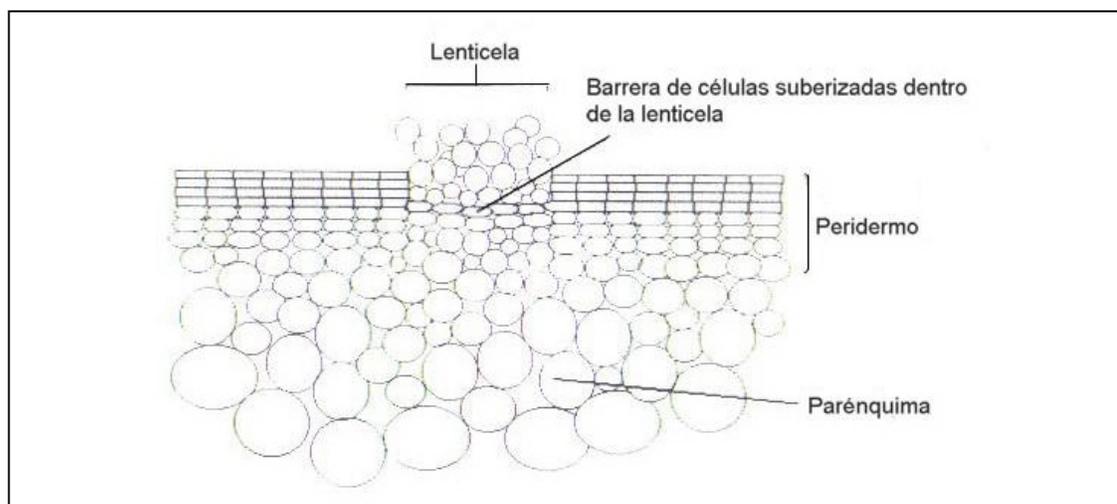


Figura 4: Representación del peridermo en un tubérculo de papa.

Fuente: TYNER, *et al.* 1997.

2.2.6 Síntomas. El daño causado por el patógeno, se caracteriza por una decoloración metálica del peridermo, ocasionando lesiones irregulares que inicialmente aparecen como lesiones negras y circulares sobre el tubérculo, estas lesiones se van incrementando en tamaño hasta coalescer y, eventualmente, cubrir completamente el tubérculo (TSROR y PERETZ-ALON, 2002).

A medida que la infección progresa, las células del peridermo colapsan y se desecan, ocurre un depósito de suberina en el área afectada y se degradan los pigmentos en variedades de piel roja, dándole a la papa la característica apariencia plateada (FRAZIER, *et al.* 1998). ERRAMPALLI *et al.* (2001), indica que los síntomas de la enfermedad aparecen sólo sobre los tubérculos y no sobre otras estructuras de la planta como raíces.

Los síntomas también se presentan durante la infección primaria, es decir, cuando el tubérculo aún se mantiene unido a la planta en el campo, pudiéndose observar las mismas características descritas anteriormente (SHETTY, *et al.* s.f).

2.2.7 Aspectos del control de la enfermedad. Tradicionalmente para reducir la severidad de la enfermedad, se han utilizado fungicidas sobre tubérculos semilla y aunque estos han sido efectivos, se están buscando nuevos métodos de control (CUNHA y RIZZO, 2003; FIRMAN y ALLEN, 1995). FRAZIER, *et al.* (1998) indica que el hecho de aplicar un adecuado tratamiento a la semilla, reducirá significativamente la severidad de la enfermedad sobre los tubérculos hijos, lo que impactará también de manera positiva posteriormente durante el almacenaje. Estudios realizados por mismo autor indican que un efectivo control sobre el tubérculo semilla y sobre la progenie de este, lo brindan tiofanato-metil + mancozeb, captan + mancozeb y fludioxonil. Por otro lado, TSROR y PERETZ-ALON (2002), indican que imazalil aplicado pre-almacenaje y postalmacenaje y aplicado al surco al momento de la plantación, reducen significativamente la incidencia de la enfermedad sobre los tubérculos hijos.

Según FIRMAN y ALLEN (1993), el riego también reduce la infección de “sarna plateada” por el lavado de las conidias producidas sobre la superficie del tubérculo semilla, lo que reduce la incidencia sobre los tubérculos hijos y en almacenaje posteriormente.

MICHAUD *et al.* (2002), indica que no existen cultivares de papa resistentes a *H. solani* y que las medidas culturales, son aun insuficientes para lograr un efectivo control de la enfermedad, por ello el control biológico ofrecería una interesante medida complementaria al control químico. El mismo autor señala que resultados de bioensayos por él realizados, indican que existen microorganismos que retrasan el desarrollo de *H. solani*, induciendo resistencia

en el hospedero, reduciendo directamente el desarrollo y crecimiento del hongo, afectando la penetración al peridermo del tubérculo. Entre los microorganismos potencialmente biocontroladores de *H. solani* se mencionan *Arthrobacter oxydans* Sgueros, *Aquaspirillum autotrophicum* Aragno and Schlegel, *Kocuria rosea* Flügge, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Nocardia globerula* Gray y *Xanthomonas campestris* Pammel (MICHAUD *et al.* 2002 y ELSON *et al.* 1997).

2.2.8 Importancia de la enfermedad. Según ERRAMPALLI *et al.* (2001), la “sarna plateada” se ha convertido en una enfermedad de importancia económica en los últimos años, pese a que desde principios del siglo XX había sido considerada como una enfermedad menor en papa. El mismo autor citando a Harz (1871), indica que el primer reporte de “sarna plateada” se remonta al año 1871, en Moscú y desde entonces se ha extendido por todo el mundo (Cuadro 2).

Según APABLAZA (2000), la “sarna plateada” es una enfermedad de importancia secundaria en Chile, determinándose la presencia del patógeno por primera vez por HERMILIA (1976), mediante el aislamiento de tubérculos de papas de distintas variedades y efectuando pruebas de patogenicidad. Sin embargo, el mismo autor señala que la enfermedad y su sintomatología había sido previamente descrita en Chile, pero el hongo no había sido determinado, razón por la cual se efectuaron las pruebas mencionadas anteriormente.

RODRIGUEZ *et al.* (1996), han atribuido el aumento de la incidencia de “sarna plateada” en el mundo a la poca resistencia a la enfermedad por los cultivares de papa, resistencia del patógeno a fungicidas de post-cosecha y a un pobre conocimiento de la epidemiología de la enfermedad. Según MERIDA y LORIA (1994), *H. solani* ha desarrollado resistencia a tiabendazol, un Benzimidazol que es frecuentemente usado en tubérculos almacenados para el

control de *Fusarium* y que coincidentemente provee control a “sarna plateada” hasta que se desarrolló la mencionada resistencia. BAINS, *et al.* (1996) indica que Hide, *et al.* (1983) fue el primero en reportar la resistencia a tiabendazol en aislamientos de *H. solani* en Inglaterra, desde entonces las resistencias han sido reportadas en diferentes otros países como Canadá, Suecia y Estados Unidos. TSROR y PERETZ-ALON (2002), por su parte, indican que la enfermedad se ha incrementado en los últimos años por malas condiciones de almacenaje (alta humedad en almacenaje principalmente).

Respecto a la pérdida de calidad del tubérculo producida por el patógeno, HARDY *et al.* (1997), indican dos aspectos importantes. Los autores señalan que, en primer lugar, se reduce la calidad visual debido a las manchas sobre la piel del tubérculo, en segundo lugar aumenta la tasa de pérdida de humedad a medida que el área de infección aumenta en el tubérculo (Boyd, 1972, citado por HARDY *et al.* 1997). TSROR y PERETZ-ALON (2002), señalan que en el caso de papas procesadas en general hay baja tolerancia hacia los defectos luego del lavado en papas pre-empacadas, además el proceso de pelado durante el procesamiento se dificulta por un endurecimiento de la piel causado por la enfermedad, a ello se suma que la decoloración que ocasiona la enfermedad, es rechazada por los consumidores de producto fresco (Joshi, 1999 y Kawchuk *et al.* 1994 citados por BAINS *et al.* 1996).

Cuadro 2: Primeros reportes de “sarna plateada” en papa en el mundo.

País	Referencia del primer reporte
Bielorrusia	Ivanyuk & Zezyulina (1991)
Canadá	Connors (1924)
Chile	Hermila-Sanz (1976)
Francia	El-Immane <i>et al.</i> (1995)
Alemania	Stachewicz (1999)
India	Singh (1972)
Israel	Zimmerman-Gries & Blodgett (1974)
Marruecos	El-Immane <i>et al.</i> (1995)
Países bajos	Mool (1968)
Nueva Zelanda	Wells & Collaghan (1996)
Polonia	Sneig (1992)
Rusia	Harz (1871)
Suecia	Bang (1993)
Reino Unido	Hide <i>et al.</i> (1979)
Estados Unidos	Melhus (1913)

FUENTE: ERRAMPALLI, *et al.* (2001).

3 MATERIAL Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en dependencias de la Estación Experimental Santa Rosa (39° 45´ S y 73° 14´ O) de la Universidad Austral de Chile, ubicada a 5 Km. al norte de la ciudad de Valdivia, XIV región.

3.2 Origen de los tubérculos.

Los tubérculos se obtuvieron de plantaciones establecidas en el mencionado predio, las que fueron cosechadas en el mes de mayo del año 2004. La variedad utilizada en el ensayo fue Desirée.

3.3 Selección de los tubérculos.

Los tubérculos se seleccionaron según estimación visual del porcentaje del área de la piel afectada con “sarna plateada”, de acuerdo al Manual of Plant Growth Stages and Disease Assessment Keys del MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES & FOOD (1979), del Reino Unido. Según el mencionado documento se pueden determinar cuatro niveles de infección correspondientes a 10, 25, 50 y 75% de superficie del tubérculo afectado por la enfermedad, tal como se observa en la Figura 5, sin embargo, para efectos del presente ensayo se seleccionaron tubérculos con 25% y 50% de área afectada con “sarna plateada”, además de tubérculos sanos que no presenten síntomas de la enfermedad. Durante la selección se tomó la precaución de no incluir tubérculos que presenten daños mecánicos ni síntomas o signos de otras enfermedades.

Producto de la selección anteriormente descrita, se obtuvieron 540 tubérculos sanos, 540 con 25% de “sarna plateada” y 540 con 50% se “sarna

plateada“, los cuales fueron a su vez subdivididos en grupos de 15 tubérculos, registrado su peso y distribuidos en los diferentes tratamientos, como de describe más adelante.

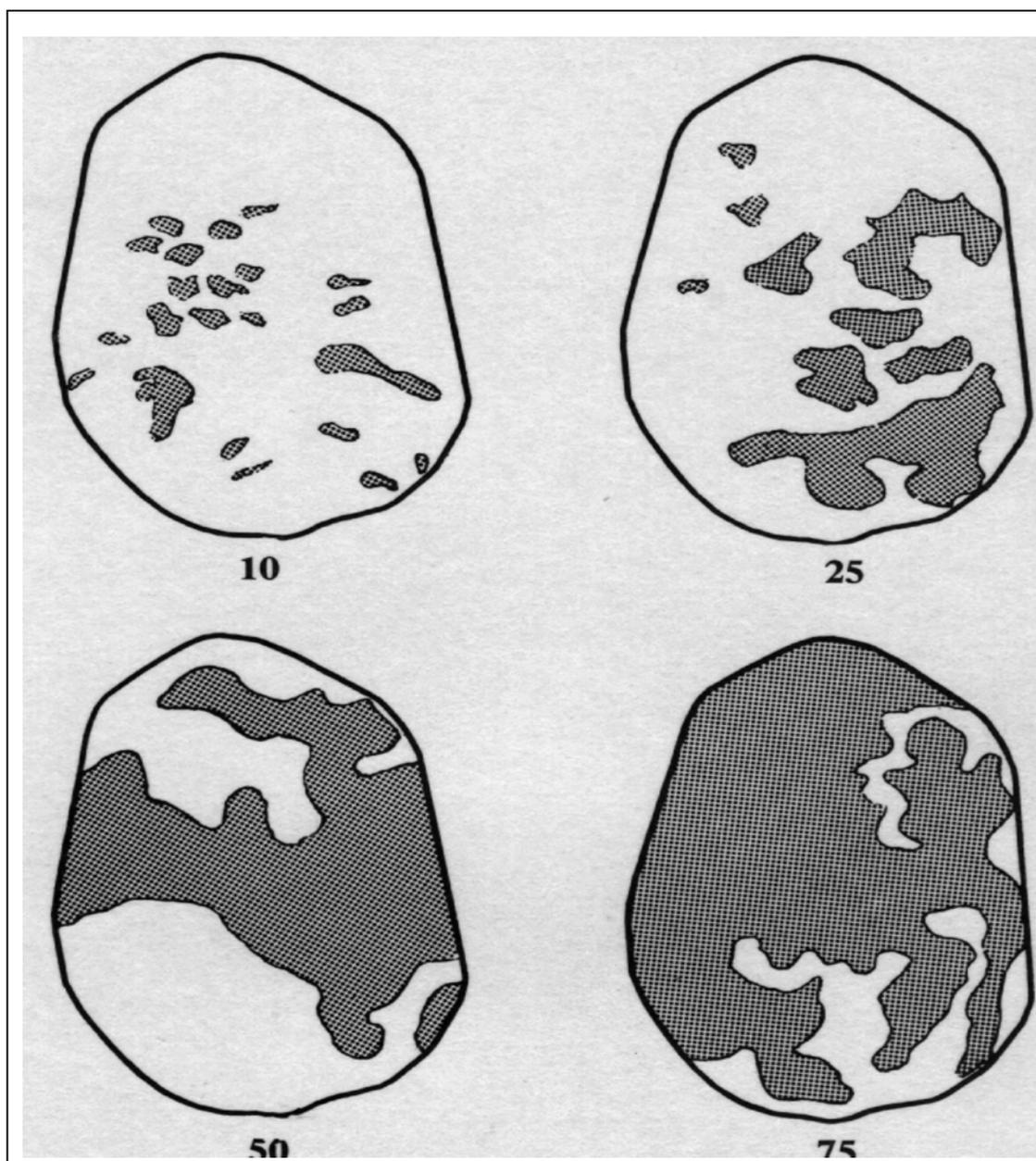


Figura 5: Estimación de niveles porcentuales de cobertura de “sarna plateada” sobre la piel del tubérculo.

Fuente: MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD. 1976.

3.4 Establecimiento y fechas de evaluaciones.

El ensayo se estableció con fecha 21 de mayo del año 2004, posterior a la selección de los tubérculos. A partir de esta fecha, se realizaron tres evaluaciones a intervalos de 50 días cada uno. Dichas fechas correspondieron a los días 10 de julio, 30 de agosto y 18 de octubre del año 2004.

3.5 Descripción del ensayo.

Para lograr los objetivos planteados, el ensayo fue instalado en bodega y cámara de frío ($4 \pm 0,5$ °C), para ello se construyeron 12 jabas de madera de 60 x 75 cm. con 9 divisiones interiores de 25 x 20 cm. Cada jaba contiene 3 repeticiones de 15 tubérculos cada uno, las que corresponden a un nivel de cada factor. Se evaluaron en 3 oportunidades según lo indicado anteriormente (50, 100 y 150 días). En la cámara de frío se dispusieron 6 jabas, de las cuales 3 (sano, 25% y 50% de incidencia de “sarna plateada” en la piel) se encontraban cubiertas y las 3 restantes descubiertas. Esta misma situación fue repetida en bodega. Las cubiertas de las jabas se hicieron con mallas rellenas de paja de trigo (*Triticum aestivum* L.) de aproximadamente tres meses y se aseguraron a aquellas con cuerda plástica para evitar su caída.

3.6 Evaluaciones.

Los parámetros evaluados cada vez fueron:

- Peso de tubérculos
- Nivel de incidencia de “sarna plateada”

El peso de tubérculos se obtuvo utilizando una balanza digital de precisión de tres dígitos, mientras que el porcentaje de incidencia se determinó de igual manera a lo descrito en el punto **3.3**. Los tubérculos ya evaluados se eliminaron del ensayo.

La obtención de datos para los análisis, en caso de peso, se realizó mediante la diferencia de peso al inicio del ensayo y el peso al final de cada tiempo de almacenaje por repetición; mientras que en el caso del nivel de incidencia, los datos se obtuvieron mediante la diferencia entre el promedio de avance de enfermedad y el nivel inicial de incidencia de cada repetición.

3.7 Diseño del experimento.

En la Figura 6 se aprecia un esquema de la distribución del ensayo. Como se mencionó anteriormente, se aprecia que la misma situación se repitió en cámara de frío y bodega. Los pesos con que se inició el ensayo se encuentran detallados en la sección Anexos.

Cámara de frío / Bodega							
Tubérculos sanos cubiertos			Tiempos evaluación	Tubérculos sanos descubiertos			
R ₁	R ₂	R ₃		50 d	R ₁	R ₂	R ₃
R ₁	R ₂	R ₃		100 d	R ₁	R ₂	R ₃
R ₁	R ₂	R ₃		150 d	R ₁	R ₂	R ₃
Tubérculos con 25% cubiertos			Tiempos evaluación	Tubérculos con 25% descubiertos			
R ₁	R ₂	R ₃		50 d	R ₁	R ₂	R ₃
R ₁	R ₂	R ₃		100 d	R ₁	R ₂	R ₃
R ₁	R ₂	R ₃		150 d	R ₁	R ₂	R ₃
Tubérculos con 50% cubiertos			Tiempos evaluación	Tubérculos con 50% descubiertos			
R ₁	R ₂	R ₃		50 d	R ₁	R ₂	R ₃
R ₁	R ₂	R ₃		100 d	R ₁	R ₂	R ₃
R ₁	R ₂	R ₃		150 d	R ₁	R ₂	R ₃

Figura 6: Esquema de la distribución del ensayo en bodega y cámara de frío.

3.8 Análisis estadístico.

Para el análisis de los datos se utilizó el modelo estadístico correspondiente un diseño Factorial con dos factores (Nivel de Infección de la enfermedad y Tipo de Almacenaje), cada uno con 3 y 4 niveles respectivamente, las combinaciones entre los niveles de los dos factores originan los tratamientos (GUTIERRES y VARA, 2004) (12 en total):

Cuadro 3: Factores del ensayo y sus respectivos niveles.

Factor	Nivel
Tipo de Almacenaje (TA)	Cámara sin Tapar (CST)
	Cámara Tapado (CT)
	Bodega sin Tapar (BST)
	Bodega Tapado (BT)
Nivel de Infección (NI)	Sano
	25%
	50%

Los datos obtenidos de las evaluaciones fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), previa comprobación de homogeneidad de varianza. En caso de haber diferencias significativas entre tratamientos, estos se sometieron al test de Rangos Múltiples de Duncan. En el caso de los datos de incidencia de *H. solani* sobre los tubérculos, éstos fueron transformados con la fórmula $\arcsen \sqrt{\%}$. Todas las pruebas estadísticas mencionadas anteriormente se hicieron mediante el programa Statgraphics Plus, Versión 5.1.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

A continuación se presentarán y analizarán los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos a los que fueron sometidos los tubérculos durante el presente ensayo.

4.1 Efecto del nivel de infección y el tipo de almacenaje sobre las variables Peso e Incidencia a los 50 días de almacenaje.

En el cuadro 4 se presenta la significancia del nivel de infección y del tipo de almacenaje transcurridos 50 días de guarda, en relación a las variables peso e incidencia.

Cuadro 4: Significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia, a los 50 días de almacenaje.

Factores	Variables	
	Pérdida de Peso (g)	Incidencia
A: Nivel de Infección	388,194 **	0,0012 ns
B: Tipo de almacenaje	146,991 *	0,0103 *
A x B	134,491 *	0,0024 ns

* Diferencia significativa.

** Diferencia altamente significativa.

ns Diferencia no significativa.

En la información contenida en el cuadro anterior, es posible observar que para el primer tiempo de almacenaje considerado en el presente ensayo (50 días), el nivel de infección ejerce una influencia altamente significativa sobre la variable peso, no así sobre la incidencia, donde no se registraron diferencias

significativas al final del período. Lo anterior indica que existen diferencias entre los tratamientos relacionados con el nivel inicial de infección sobre el peso, no así sobre el aumento de incidencia de la enfermedad. HARDY *et al.* (1997), indican que a mayor cobertura de la enfermedad (mayor incidencia), mayor es la pérdida de agua por efecto del colapso de células del peridermo del tubérculo, cuya función es precisamente evitar la excesiva pérdida de humedad (PETERSON, *et al.*, 1985).

Según JELLIS y TAYLOR (1977), la producción de nuevas conidias requiere de un período de 3 a 5 semanas desde la inoculación a los tubérculos, por otro lado, HEINY y M^oINTYRE (1983), mediante inoculaciones en condiciones de laboratorio, observaron aparición de conidias luego de 9 días desde la inoculación. Sin embargo, en el presente ensayo al cabo de 50 días de almacenaje, no hubo diferencias en los tratamientos referidos al nivel inicial de infección, en relación al aumento de incidencia de la enfermedad.

Respecto al tipo de almacenaje al que se sometieron los tubérculos en el ensayo, los efectos fueron significativos tanto para peso como para incidencia.

4.1.1 Efecto de los factores sobre el peso a los 50 días de almacenaje. En el Cuadro 5 se presenta el efecto del nivel de infección sobre el peso al cabo de 50 días de almacenaje.

Cuadro 5: Efecto del nivel de infección sobre el peso.

Factor	Nivel	Pérdida de Peso (g)
Nivel de Infección	Sano	20,83 a
	25%	30,0 b
	50 %	31,25 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

A los 50 días de almacenaje, el nivel de infección afectó de manera altamente significativa la pérdida de peso de los tubérculos almacenados (Cuadro 4). Dentro del factor nivel de infección, el efecto más importante a considerar, es el ejercido por el nivel de infección 0, es decir, tubérculos almacenados sanos. Al cabo de 50 días, tubérculos almacenados bajo ésta condición perdieron menos peso que aquellos almacenados con niveles de 25 y 50% de incidencia de “sarna plateada” en la piel, los que, estadísticamente, perdieron igual peso. Esto es corroborado en estudios realizados por NAVARRO (2002), quien al cabo de 45 días de almacenaje obtuvo resultados bastante similares a los presentados anteriormente. Los resultados observados en el Cuadro 5, permiten también ver como mayores niveles de incidencia de la enfermedad repercuten en una mayor pérdida de peso de los tubérculos debido al colapso de las células del peridermo y pérdida de humedad.

En el Cuadro 6 se presenta cómo afectó el tipo de almacenaje a la pérdida de peso de tubérculos de papa almacenados por 50 días.

Cuadro 6: Efecto del tipo de almacenaje sobre el peso.

Factor	Nivel	Pérdida de Peso (g)
Tipo de almacenaje	Bodega tapado	23,33 a
	Bodega sin tapar	24,44 a b
	Cámara sin tapar	30,56 b
	Cámara tapado	31,11 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 4, el tipo de almacenaje al que fueron sometidos las papas durante el ensayo, ejerció efectos significativos sobre la pérdida de peso. Según el cuadro anterior, al analizar los diferentes tipos de almacenajes utilizados, papas almacenadas en bodega presentaron las

menores pérdidas de peso al cabo de 50 días. Por otro lado, respecto a los tubérculos almacenados en cámara de frío, éstos no mostraron diferencias al ser almacenados en presencia o ausencia de la cobertura y se mostraron similares al hecho de almacenar en bodega sin cobertura, pero perdieron más peso que aquellos almacenados en bodega con cobertura (Cuadro 6).

4.1.2 Efecto de los factores sobre la incidencia de la enfermedad a los 50 días de almacenaje. En lo que respecta al aumento de incidencia de la enfermedad a los 50 días de almacenaje, solo el tipo de almacenaje ejerció efectos significativos (Cuadro 4). El nivel inicial de infección no afectó el aumento de incidencia de la enfermedad a los 50 días de almacenaje, lo que se contrapone a lo indicado por NAVARRO (2002), quien sí identificó diferencias según el nivel de infección al cabo de 45 días. Esto indica que según el presente ensayo, los tratamientos a los que fueron sometidos los tubérculos en lo que a nivel inicial de infección se refiere, fueron similares estadísticamente en cuanto al aumento de la incidencia de la enfermedad al final del primer periodo de almacenaje.

El Cuadro 7 muestra el efecto del factor Tipo de Almacenaje sobre la variable Incidencia de la enfermedad.

Cuadro 7: Efecto del tipo de almacenaje sobre la incidencia.

Factor	Nivel	Incidencia
Tipo de almacenaje	Bodega tapado	0,0485 a
	Cámara tapado	0,0847 a b
	Cámara sin tapar	0,1006 b
	Bodega sin tapar	0,1298 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

Dentro del factor tipo de almacenaje y según lo mostrado en el cuadro anterior, tubérculos almacenados en bodega y con presencia de cobertura, sufren menor aumento de incidencia de la enfermedad. Este hecho resulta de particular interés si se observa que la menor pérdida de peso se produjo también, a los 50 días, bajo la condición de bodega tapado (Cuadro 6), lo que deja de manifiesto la relación existente entre el aumento de incidencia de la enfermedad y la mayor pérdida de peso de los tubérculos, además del efecto positivo de la aplicación de una cobertura durante el almacenaje y el hecho de iniciar el almacenaje con tubérculos sanos.

Es interesante además, el hecho de que en tubérculos almacenados en cámara de frío se produzca un mayor aumento de incidencia de la enfermedad y, por consiguiente, una mayor pérdida de peso a los 50 días de almacenaje, en comparación a tubérculos almacenados en bodega con presencia de cobertura (Cuadros 6 y 7).

Según lo indicado por RODRIGUEZ *et al.* (1996), *H. solani* se desarrolla a temperaturas que varían entre 2 y 27° C, retardándose su desarrollo a temperaturas bajo los 9° C. Si se toma en consideración el hecho de que dentro de la cámara de frío, la temperatura es de $4 \pm 0,5^{\circ}$ C (aún dentro del rango posible de desarrollo del hongo), se debiera esperar, de acuerdo al autor citado anteriormente, un menor desarrollo de la enfermedad, cuestión que no ocurrió en este ensayo. Una posible explicación a esta aparente contradicción estaría dada analizando trabajos hechos por HARDY *et al.* (1997), quienes determinaron que por efectos de condensación de agua sobre tubérculos almacenados, se produce un fuerte aumento de la producción de conidias. La condensación fue provocada mediante cortos aumentos de temperatura bombeando aire a 10 y 15° C por sobre la temperatura ambiente dentro de las cámaras experimentales. Los autores determinaron que incluso en un ambiente a temperaturas de 3 a 4° C, los efectos de la condensación provocan un

aumento significativo en el conteo de conidias. Tomando en cuenta que para el presente ensayo se utilizó una cámara de frío utilizada para múltiples propósitos, es posible atribuir al reiterado tránsito de personal durante el transcurso del ensayo, efectos de condensación similares a los descritos por HARDY *et al.* (1997), al ingresar aire a temperaturas evidentemente superiores desde el ambiente exterior de la cámara.

4.2 Efecto del nivel de infección y el tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia a los 100 días de almacenaje.

En el Cuadro 8 se aprecian los efectos del nivel de infección y del tipo de almacenaje sobre la pérdida de peso y el aumento de la incidencia de la enfermedad, transcurridos 100 días de almacenaje.

Cuadro 8: Significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia, a los 100 días de almacenaje.

Factores	Variables	
	Pérdida de Peso (g)	Incidencia
A: Nivel de Infección	965,028 **	0,0253 **
B: Tipo de almacenaje	184,519 *	0,0174 **
A x B	214,102 *	0,0032 ns

* Diferencia significativa.

** Diferencia altamente significativa.

ns Diferencia no significativa.

A los 100 días de almacenaje, ambas variables estudiadas (peso e incidencia), se vieron afectadas por el nivel de infección inicial y por el tipo de almacenaje aplicado en el ensayo (Cuadro 8). El peso es afectado de manera altamente significativa por el nivel de infección inicial, en tanto que el tipo de almacenaje ejerció efectos significativos sobre la pérdida de peso. Si se

comparan estos resultados con los obtenidos al cabo de 50 días, se observa que son similares estadísticamente (Cuadro 4), sin embargo las magnitudes de los valores de pérdida de peso son diferentes, observándose que las pérdidas de peso son mayores, obviamente, luego de 100 días.

En cuanto al aumento de incidencia transcurridos 100 días de almacenaje, esta se vio afectada de manera altamente significativa tanto por el tipo de almacenaje, como por el nivel inicial de infección, lo que demuestra claramente un aumento de los efectos de los factores sobre la variable, en comparación a lo ocurrido a los 50 días de almacenaje donde solo el tipo de almacenaje ejerció efectos significativos sobre las variables en estudio.

Cabe mencionar también, la importancia del almacenaje durante períodos relativamente cortos, en relación al punto de vista estético del tubérculo que será posteriormente comercializado, puesto que los mercados son cada día más exigentes y tal como lo indica MARTINEZ, *et al.* (2004), una de las principales causas de rechazo comercial durante los años 90's, fue precisamente la mala calidad estética de la piel de los tubérculos, producto de altos niveles de incidencia de sarna plateada u otras enfermedades.

4.2.1 Efecto de los factores sobre el peso a los 100 días de almacenaje. La pérdida de peso de los tubérculos debido al nivel de infección, es presentada en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Efecto del nivel de infección sobre el peso.

Factor	Nivel	Pérdida de Peso (g)
Nivel de Infección	Sano	34,58 a
	25 %	49,17 b
	50 %	50,92 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

Al analizar los efectos sufridos por las variables según cada factor a los 100 días de almacenaje, en el Cuadro 9, en primer lugar, se observa como el peso perdido por los tubérculos es menor si se inicia el almacenaje con tubérculos sanos. Por otro lado con niveles superiores de infección de 25 y 50%, las pérdidas de peso aumentan, pero no hay diferencias estadísticas entre iniciar el almacenaje con uno u otro nivel. Estos resultados son similares a los obtenidos a los 50 días de almacenaje, aumentando solo las magnitudes de los valores de las pérdidas de peso.

En trabajos realizados por ELGUETA (2004), el autor indica que luego de tres meses de almacenaje (90 días), tubérculos almacenados con altos niveles de infección (50% o más de incidencia de “sarna plateada” sobre los tubérculos) pierden mayor peso que aquellos almacenados con menores niveles, es decir, corrobora lo presentado en este trabajo. El mismo autor indica que entre niveles bajos y medios de infección (menor a 5% y entre 25 y 50% de infección respectivamente) no hay diferencias en pérdida de peso luego de tres meses, sin embargo, en el presente trabajo, sí se detectaron diferencias al almacenar tubérculos sanos versus el almacenaje de tubérculos con 25% de incidencia, luego de 100 días.

En el Cuadro 10, por otra parte, se presentan los efectos de los diferentes tipos de almacenaje estudiados en el ensayo.

Cuadro 10: Efecto del tipo de almacenaje sobre el peso.

Factor	Nivel	Pérdida de Peso (g)
Tipo de almacenaje	Bodega tapado	38,89 a
	Cámara sin tapar	43,89 a b
	Bodega sin tapar	48,33 b
	Cámara tapado	48,44 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

Respecto a los efectos del tipo de almacenaje sobre la variable peso, transcurridos 100 días de almacenaje, una vez más aparecen las menores pérdidas de peso en tubérculos almacenados en bodega con presencia de cobertura (Cuadro 10).

Estos resultados son similares a los observados a los 50 días de almacenaje para los diferentes niveles dentro del tipo de almacenaje, es decir, para el primer tiempo de almacenaje también fueron los tubérculos almacenados en bodega con presencia de cobertura, los que perdieron menor peso, mientras que el resto de los tratamientos se muestran homogéneos según el análisis estadístico.

4.2.2 Efecto de los factores sobre la incidencia de la enfermedad a los 100 días de almacenaje.

Cuadro 11: Efecto del nivel de infección sobre la variable incidencia.

Factor	Nivel	Incidencia
Nivel de Infección	Sano	0,0952 a
	50 %	0,1459 b
	25%	0,1869 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

Según lo indicado en el Cuadro 8, la incidencia de la enfermedad a los 100 días de almacenaje, fue afectada de manera altamente significativa por ambos factores. En el Cuadro 11, que indica los efectos del nivel de infección sobre la incidencia de “sarna plateada”, se observa claramente que los tubérculos con menor pérdida de peso al cabo de 100 días de almacenaje, fueron aquellos que se almacenaron sanos. Por otra parte, tubérculos almacenados con niveles de infección de 25 y 50%, se mostraron estadísticamente iguales frente al test de rangos múltiples.

En el Cuadro 4, presentado al inicio de este capítulo, se observa que luego de 50 días de almacenaje, el factor nivel de infección no afectó en el aumento de incidencia de la enfermedad, es decir, no existieron diferencias estadísticas entre iniciar el almacenaje con uno u otro nivel de infección, lo que indica, según este estudio, que con los niveles de infección estudiados debe transcurrir un período de tiempo superior a 50 días para detectar efectos sobre el aumento de incidencia de la enfermedad, a pesar de que, según varios autores, la infección sobre un tubérculo sano y la posterior producción de conidias tome menos de 50 días (JELLIS y TAYLOR, 1977; HEINY y M^oINTYRE, 1983; RODRIGUEZ *et al.* 1996).

Como se mencionó anteriormente, debido a la estacionalidad de la producción de papa, es necesario almacenar para satisfacer la demanda constante del consumidor, el período de almacenaje varía según el objetivo final del tubérculo, pudiendo llegar este hasta los 9 meses (CONTRERAS, 2001), período durante el cual pueden manifestarse claramente los efectos del patógeno en el tubérculo, así como también observar los efectos que se han estudiado en el presente ensayo.

Cuadro 12: Efecto del tipo de almacenaje sobre la variable incidencia.

Factor	Nivel	Incidencia
Tipo de almacenaje	Bodega tapado	0,0839 a
	Cámara tapado	0,1339 a b
	Cámara sin tapar	0,1747 b
	Bodega sin tapar	0,1780 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

El tipo de almacenaje también ejerció efectos altamente significativos sobre la variable incidencia a los 100 días de almacenaje (Cuadro 8), tales efectos se presentan en el Cuadro 12, desde el cual se desprende que, una vez más, en tubérculos almacenados en bodega y tapados desarrollan en menor medida la enfermedad. Esta misma situación acontece a tubérculos en cámara de frío y tapados, los que, sin embargo, aparecieron como homogéneo a aquellos en cámara sin tapar y en bodega sin tapar, niveles en los que, por cierto, la incidencia de la enfermedad fue mayor a la detectada en condiciones de almacenaje de bodega con aplicación de cobertura. La mayor infección de tubérculos ocurre durante el almacenaje por movimiento de conidias desde tubérculos enfermos a aquellos sanos (MARTINEZ, *et al.* 2004), por lo que se puede atribuir a la presencia de cobertura en menor aumento de incidencia de la enfermedad, ya sea actuando como una barrera física que impida el depósito de conidias sobre tubérculos sanos, o bien, evitando que corrientes de aire afecten la superficie de los tubérculos en almacenaje, produciendo la dispersión de conidias. Además, según lo indica HARDY, *et al.* (1997), tubérculos en almacenaje ubicados en la parte superior, se ven más severamente afectados que aquellos ubicados en la parte baja. Al observar los Cuadros 10 y 12, se aprecia nuevamente la relación entre el menor aumento de incidencia y la menor pérdida de peso, reflejado ello en el tipo de almacenaje en bodega con aplicación de cobertura.

Los resultados analizados anteriormente son muy similares estadísticamente a los observados durante el primer tiempo de almacenaje y nuevamente llama la atención observar que fue en tubérculos almacenados en cámara de frío donde ocurre un mayor aumento de incidencia de la enfermedad y, por ende, mayor pérdida de peso, esto reafirmaría la explicación presentada para los 50 días de almacenaje, relacionando información entregada por RODRIGUEZ, *et al.* (1996) y los trabajos de HARDY *et al.* (1997), respecto a la condensación de agua sobre tubérculos almacenados en cámara de frío y el aumento de la producción de conidias producto del mencionado efecto.

4.3 Efecto del nivel de infección y el tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia a los 150 días de almacenaje.

En el Cuadro 13 se aprecia la significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje al que se sometió a los tubérculos, sobre las variables estudiadas.

Cuadro 13: Significancia del nivel de infección y tipo de almacenaje sobre las variables peso e incidencia, a los 150 días de almacenaje.

Factores	Variables	
	Pérdida de Peso (g)	Incidencia
A: Nivel de Infección	6000,69 **	0,0391 **
B: Tipo de almacenaje	9145,37 **	0,0115 **
A x B	1048,84 ns	0,0033 ns

** Diferencia altamente significativa.

ns Diferencia no significativa.

Para el tercer y último tiempo de almacenaje, es decir transcurridos 150 días, los resultados de los análisis indican que tanto el peso de los tubérculos como la incidencia de la enfermedad, se ven afectadas de forma altamente significativa por el tipo de almacenaje aplicado y por el nivel de infección al inicio del ensayo.

4.3.1 Efecto de los factores sobre el peso a los 150 días de almacenaje.

Cuadro 14: Efecto del factor Nivel de Infección sobre la variable peso.

Factor	Nivel	Pérdida de Peso (g)
Nivel de Infección	Sano	75,417 a
	50 %	106,667 b
	25%	118,75 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

Realizado el test de rangos múltiples para el peso de tubérculos según el nivel de incidencia (Cuadro 14), se infiere claramente como al iniciar el almacenaje con tubérculos sanos, estos pierden menos peso en comparación a aquellos que tienen un nivel de infección inicial de 25 o 50% de "sarna plateada" sobre la piel. Estos últimos niveles no muestran diferencias al final del almacenaje, es decir, no hay diferencia estadística entre almacenar tubérculos con 25 o 50% de incidencia de la enfermedad luego de 150 días de almacenaje. Estos resultados reafirman la tendencia que se ha venido manifestando para los dos tiempos de almacenaje anteriormente analizados, en relación al nivel inicial de infección.

En el Cuadro 15 se ve el efecto del factor tipo de almacenaje y sus diferentes niveles, sobre el peso de los tubérculos al cabo de 150 días de almacenaje.

Cuadro 15: Efecto del tipo de almacenaje sobre la variable peso.

Factor	Nivel	Pérdida de Peso (g)
Tipo de almacenaje	Cámara sin tapar	75,0 a
	Bodega sin tapar	85,56 a
	Cámara tapado	93,89 a
	Bodega tapado	146,67 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

En el cuadro anterior se aprecia que para las condiciones de almacenaje de cámara de frío con y sin cobertura, así como para bodega sin cobertura, no existen diferencias en cuanto a pérdida de peso, sin embargo la condición de bodega con cobertura se muestra como diferente a los niveles anteriores y, según el análisis, es en este nivel donde los tubérculos pierden mayor peso luego de 150 días de almacenaje.

Lo anterior se diferencia de los análisis presentados para los 50 y 100 días, puesto que en aquellos cuadros (Cuadros 6 y 10), el hecho de almacenar los tubérculos de papa en bodega y con aplicación de cobertura, resulta ser el más adecuado en cuanto a evitar la pérdida de peso. Claramente se observa que se pierde la tendencia que se había venido manteniendo en los tiempos de almacenaje anteriores, por lo que es posible inferir existe un punto, luego de transcurridos 100 días de almacenaje, donde la aplicación de una cobertura a tubérculos almacenados dejaría de ejercer su efecto positivo en cuanto a reducir la pérdida de peso.

4.3.2 Efecto de los factores sobre la incidencia de la enfermedad a los 150 días de almacenaje. Como ya se mencionó, la incidencia de la enfermedad sobre los tubérculos, a los 150 días se ve afectada de manera altamente significativa por el factor nivel de infección (Cuadro 13). En el Cuadro

16 se presenta el efecto del nivel de infección, sobre la incidencia de la enfermedad. Este cuadro corresponde al análisis a los 150 días de almacenaje.

Cuadro 16: Efecto del factor Nivel de Infección sobre la variable incidencia.

Factor	Nivel	Incidencia
Nivel de Infección	Sano	0,0922 a
	50 %	0,1535 b
	25%	0,2062 c

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

Analizando los resultados del Cuadro 16, nuevamente se observa como el hecho de almacenar tubérculos sanos influye positivamente en el menor aumento del desarrollo de la enfermedad, ya que fue nuevamente en este nivel donde se observan los menores grados de avance de la enfermedad. Por otro lado, el mayor aumento de incidencia de la enfermedad ocurrió en tubérculos almacenados con un nivel inicial de 25% de cobertura de sarna plateada en la piel. El nivel 50% de cobertura, se ubicó intermedio entre sano y 25%. Estos resultados reafirman la relación entre el menor nivel de infección y la menor pérdida de peso. Sin embargo, parece no ser lógico el hecho de que el nivel 25% de infección inicial demuestre mayor desarrollo al final del período de almacenaje, que el nivel 50%. En los otros tiempos de almacenaje evaluados, los niveles de infección 25 y 50% siempre se mantuvieron estadísticamente homogéneos, tanto para la pérdida de peso como para el aumento de incidencia de la enfermedad.

El tipo de almacenaje ejerció diferencias altamente significativas sobre la variable incidencia a los 150 días de almacenaje, en el Cuadro 17 se presentan los efectos de cada nivel dentro del factor sobre la variable incidencia.

Cuadro 17: Efecto del tipo de almacenaje sobre la variable incidencia.

Factor	Nivel	Incidencia
Tipo de almacenaje	Bodega tapado	0,0984 a
	Bodega sin tapar	0,1598 b
	Cámara tapado	0,1647 b
	Cámara sin tapar	0,1795 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas altamente significativas según el Test de rangos múltiples de Duncan.

A los 150 días de almacenaje, el menor incremento de incidencia se produjo en tubérculos almacenados en bodega y con aplicación de cobertura. Mientras que los otros tratamientos de almacenaje resultaron ser homogéneo frente al test de rangos múltiples, es decir, tubérculos almacenados bajo aquellas condiciones pierden estadísticamente igual peso luego del periodo de guarda.

En cuanto al aumento de incidencia según el tipo de almacenaje, se identificó al tratamiento de almacenaje bodega con cobertura como el nivel donde ocurre el menor aumento de incidencia a los 150 días. Los tres factores restantes aparecieron estadísticamente iguales entre ellos. Estos resultados no se muestran acordes a las pérdidas de peso, ya que para esta variable, dentro del factor tipo de almacenaje, fue el nivel Bodega Tapado el que apareció con las mayores pérdidas de peso, rompiéndose, como ya se indicó, con la tendencia de que tubérculos almacenados en bodega y con cobertura sufran de un menor aumento de incidencia de la enfermedad y, por consiguiente, menor pérdida de peso al final del período de guarda.

Según lo indica LENNARD, (1980) en tubérculos almacenados a temperaturas de 6° C o más por largos períodos (5 o más meses), los síntomas de la enfermedad son más severos, sin embargo, dependiendo del objetivo

productivo, es necesario almacenar a 6° C o más, tal es el caso de papas destinadas a consumo o en mayor medida papas destinadas al uso agroindustrial (RODRIGUEZ, *et al.* 1996 y CONTRERAS, 1991). Por otro lado, un factor muy importante es la humedad relativa durante el almacenaje, ya que al hacerlo a humedades bajas se producen mayores pérdidas de peso, por lo que es recomendable realizarlo a 90% de humedad relativa, sin embargo, esta humedad es coincidente con el rango de desarrollo óptimo de *H. solani*, tales razones dejan demostrada una relación directa entre el hospedero y el patógeno (LENNARD, 1980; RODRIGUEZ, *et al.* 1996 y CONTRERAS, 1991).

Analizados los tres tiempos de almacenaje, es claro el efecto positivo de almacenar tubérculos sanos. Siempre que se detectaron efectos significativos del factor nivel de infección, fue el nivel de infección inicial sano el que demostró ser el más adecuado, debido a que bajo esta condición los tubérculos perdieron menor peso y el aumento de la incidencia de la enfermedad fue también menor. Lo anterior contribuye a reafirmar la relación existente entre menor incidencia de la enfermedad y menores pérdidas de peso, relación que se mantuvo durante todos los tiempos de almacenaje estudiados. Para el caso de los otros dos niveles de infección (25 y 50% de cobertura de “sarna plateada”), los resultados no fueron tan claros si se considera que nunca se manifestó en forma constante uno sobre otro, mostrándose, en la generalidad de los casos iguales entre ellos, tanto para pérdida de peso como para aumento de incidencia de la enfermedad.

Un segundo hecho importante de recalcar también, es el efecto positivo de la cobertura en tubérculos almacenados en bodega. Salvo una excepción (Cuadro 15), siempre que existieron diferencias significativas dentro del tipo de almacenaje, fue dentro del tratamiento de bodega con cobertura en el que se produjeron los menores aumentos de incidencia de la enfermedad y, por consiguiente, las menores pérdidas de peso de los tubérculos. Para el caso de

los restantes tipos de almacenajes (cámara sin cobertura, cámara con cobertura y bodega sin cobertura), éstos siempre aparecieron iguales entre si y, salvo para lo indicado en el Cuadro 15 (Efecto del factor Tipo de almacenaje sobre la variable peso), con mayor aumento incidencia de la enfermedad y mayor pérdida de peso en comparación al nivel bodega con cobertura.

Lo anterior se explicaría por el hecho de que en almacenaje, el contagio de tubérculos sanos se produce por movimiento de conidias desde tubérculos enfermos a tubérculos sanos (RODRIGUEZ, *et al.* 1996 y LENNARD, 1980), además es importante considerar el hecho de que según HARDY *et al.* (1997), tubérculos ubicados en la parte alta del almacenaje, por efecto de mayor humedad en este sector, producen mayor número de conidias que aquellos ubicados en partes bajas. Con la aplicación de una cobertura se estaría evitando la dispersión de conidias disminuyendo, por ende, el aumento de la incidencia de la enfermedad en tubérculos en almacenaje y por consiguiente, disminuyendo las pérdidas de peso.

En el sur del país la forma más común de almacenar papas es en bodegas que a menudo son utilizadas también para otros propósitos, por lo que no se encuentran adecuadas a las condiciones ideales de un buen almacenaje (CONTRERAS, 1991). En el presente ensayo se usaron condiciones de bodega similares a las que utilizaría un agricultor, por lo que en una recomendación práctica, sería una buena medida cubrir las papas almacenadas para evitar la propagación de “sarna plateada”, tal como ocurrió en el ensayo, sobre todo a la hora de almacenar tubérculo semilla, al saber que la principal forma de contagio de la enfermedad es tubérculo a tubérculo durante el almacenaje, por ende, es precisamente en este período donde la enfermedad cobra mayor importancia (FRAZIER *et al.* 1998), es decir, si se han almacenado tubérculos semilla enfermos, obviamente resultará en una mayor incidencia de la enfermedad durante la siguiente temporada, esto debido al contagio en campo de tubérculos

hijos al tomar contacto con semilla enferma, pero principalmente al almacenar la nueva producción con el inóculo presente (JELLIS y TAYLOR, 1977 y LENNARD, 1980). Además sería recomendable en lo posible evitar tiempos de almacenaje demasiado largos, dado que los períodos estudiados en este ensayo son relativamente cortos y aún así se observan efectos negativos de la enfermedad.

5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

Al iniciar el almacenaje con tubérculos sanos es posible reducir el aumento de incidencia de la enfermedad en todas las condiciones y tiempos de almacenaje estudiados.

No existe diferencia entre iniciar el almacenaje con niveles de infección de 25 y 50% de cobertura de la enfermedad, sobre el aumento de incidencia y la pérdida de peso de los tubérculos.

La aplicación de una cobertura a tubérculos almacenados favorece a una menor incidencia de la enfermedad y menor pérdida de peso de los tubérculos afectados en condiciones de bodega, no así en cámara de frío donde no se detectaron diferencias entre aplicar o no aplicar cobertura.

Dentro de los tratamientos estudiados, la mejor combinación para reducir al aumento de incidencia y pérdida de peso a través del tiempo, es iniciar el almacenaje con tubérculos sanos en bodega y aplicando una cobertura.

Se acepta parte de la hipótesis para el almacenaje en bodega, puesto que en esta condición, tubérculos con cobertura sufrieron menor incidencia de la enfermedad.

6 RESUMEN

Uno de los principales cultivos que sustentan la alimentación mundial es la papa, la cual es conocida y producida en todo el mundo. Debido a que la papa es un cultivo estacional, es necesario almacenarla, ya que la demanda es constante durante el año. En estas condiciones surgen problemas fitopatológicos diferentes a los que se presentan en el campo. Una de las enfermedades de almacenaje más ampliamente distribuidas es “sarna plateada”, que afecta la piel del tubérculo produciendo pérdida de peso y disminución de la calidad estética.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de una cobertura sobre papas del cultivar Desirée, en relación al comportamiento de *Helminthosporium solani* Dur. and Mont. (agente causal de “sarna plateada”), en este ensayo se seleccionaron 540 tubérculos con niveles de infección de 0%, 25% y 50% de dicha enfermedad respectivamente, se separaron en grupos de 15, se registró su peso y se distribuyeron en los diferentes tratamientos. Fueron almacenados cubiertos y sin cubrir en condiciones de cámara frío y bodega. Las evaluaciones se realizaron transcurridos 50, 100 y 150 días de almacenaje, registrándose el peso y el nivel de avance de la enfermedad.

Como resultado, se observó que al iniciar el almacenaje con tubérculos sanos se reduce el aumento de incidencia de la enfermedad en todas las condiciones y tiempos de almacenaje. Además, no existe diferencia entre almacenar tubérculos con niveles de 25 o 50% de la enfermedad, en cuanto a aumento de incidencia y pérdida de peso. Respecto al uso de cobertura, fue efectiva en condiciones de almacenaje en bodega, mientras que en cámara de frío no se observaron diferencias entre aplicarla o no. Por lo tanto la

combinación más efectiva para un adecuado almacenaje sería iniciarlo con tubérculos sanos almacenados en bodega.

SUMMARY

One of the principal culturing that sustain the world nourishment is the potato, which is produced and known all over the world. Due to the fact that the potato is a seasonal culturing, is necessary its storarge, because the demand is constant during the year. In these conditions arise phytopathological troubles different to those observed in the field. One of the storage diseases more widely distributed is "silver scurf", affecting skin potato tubers producing weight loss and decrease of the aesthetic quality.

Whit the aim to evaluate the application of a coverage on potatoes cv. Desirée, in relation to the *Helminthosporium solani* Dur. And Mont. behavior (causal agent of "silver scurf), in this essay 540 tubers were selected with infection levels of 0, 25 and 50% of the disease respectively, were separeted in groups of 15, its weight was registered and were distributed in the differents treatments. They were stored with and without coverage in cold chambers and warehouse conditions. The evaluations were realized passed 50, 100 and 150 days of storage, registering the weight and the advance level of the disease.

As a result it was observed that beginning the storage with healthy tubers, is possible to reduce the disease incidence increase in all storage conditions and time. In addition, there´s no diferences in the potato storage with levels of 25 or 50% of the disease, as for incidence increase and weight lost. With regard to the use of coverage, it was effective in warehouse storage conditions, while in cold chambers differences were not observed between applying it or not.

7 BIBLIOGRAFIA

- AINSWORTH, G. C. HAWKWORTH, D. L. KIRK, P. M. SUTTON, B. C. y PEGLER, D. N. 1995. Dictionary of the Fungi. International mycological institute. 8^a edición. Cambridge, UK. 616 pp.
- ALONSO, F. 1996. El cultivo de la patata. Madrid, España. Mundi-Prensa. 272 pp.
- APABLAZA, G. 2000. Patología de cultivos, epidemiología y control holístico. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 347 pp.
- BAINS, P. BISHT, V. y BERNARD, D. 1996. Soil survival and thiabendazole sensitivity of *Helminthosporium solani* isolates from Alberta, Canada. Potato Research. 39(1): 23-30 pp.
- BOOTH, R y SHAW, R. 1981. Principles of potato storage. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 105 pp.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, CIP. y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 1995. La papa en la década de 1990, situación y perspectivas de la economía de la papa a nivel mundial. Roma, Italia. 50 pp.

- CONTRERAS, A. 1991. El cultivo de la papa. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 33 pp.
- CONTRERAS, A. 2001. Mundo de la papa. *On line* <<http://www.agrarias.uach.cl/webpapa/index.htm>> (Agosto 2004).
- CUNHA, M. y RIZZO, D. 2003. Development of fungicide cross resistance in *Helminthosporium solani* populations from California. *Plant Disease*. 87 (7): 798-803.
- ELGUETA, J.C. 2004. Efecto del nivel de infección inicial de sarna plateada (*Helminthosporium solani* Durieu & Montagne), del riego y de la fertilización azufrada sobre la incidencia de esta enfermedad en la producción y almacenaje de tubérculos de papa cosechados. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 78 pp.
- ELSON, M. K. SCHISLER, D. A. y BOTHAST, R. J. 1997. Selection of microorganisms for biological control of silver surf (*Helminthosporium solani*) of potato tubers. *Plant Disease*. 81(6): 647-652 pp.
- ERRAMPALLI, D. SAUNDERS, J. y HOOLLEY, D. 2001. Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato. *Plant Pathology*. 50: 141-153 pp.

- FIRMAN, D. M. y ALLEN, E. J. 1993. Transmission of *Helminthosporium solani* from potato seed tubers and effects of soil conditions, seed inoculum and seed physiology on silver scurf disease. *Journal of Agricultural Science*. 124: 219-234 pp.
- FIRMAN, D. M. y ALLEN, E. J. 1995. Effects of seed size, planting density and planting pattern on the severity of silver scurf (*Helminthosporium solani*) and black scurf (*Rhizoctonia solani*) diseases of potatoes. *Annals of Applied Biology*. 127: 73-85 pp.
- FRAZIER, M. J. SHETTY, K. K. KLEINKOPF, G. E. y NOLTE, F. 1998. Management of silver scurf (*Helminthosporium solani*) with fungicide seed treatments and storage practices. *American Journal of Potato Research*. 75: 129-135 pp.
- GLENNON, L. 2000. La papa en el comercio de los alimentos-Pasado y presente. *On line* <www.fao.org> Boletín de la papa. 12(17). (Julio 2004).
- GUTIERRES, H y VARA, R. 2004. Análisis y diseño de experimentos. México. M^cGraw-Hill. 571 pp.
- HARDY, E. BURGESS, P. y PRINGLE, R. 1997. The effect of condensation on sporulation of *Helminthosporium solani* on potato tubers infected with silver scurf and held in simulated store conditions. *Potato research*. 40(2): 169-180 pp.

- HEINY, D.K. y M^CINTYRE, G. A. 1983. *Heleminthosporium solani* Dur. & Mont. development on potato periderm. American Potato Journal. 60(10): 773-789 pp.
- HERMILIA SANZ, B. 1976. Presencia en Chile de *Heleminthosporium solani* Dur y Mont. (*Spondylocladium atrovirens* (Harz) Harz ex Sacc) causante de la sarna plateada en papa. Agricultura Técnica. 36: 44-45 pp.
- JELLIS, G. J. y TAYLOR, G. S. 1977. The development of silver scurf (*Helminthosporium solani*) disease potato. Annals of Applied Biology. 86: 19-28 pp.
- KAMARA, A. M. y HUGUELET, J. E. 1972. Host range and overwintering of *Heleminthosporium solani*. American Potato Journal. 49: 365.
- LENNARD, J. H. 1980. Factors affecting the development of silver scurf (*Heleminthosporium solani*) on potato tubers. Plant Pathology. 29: 87-92 pp.
- MARTINEZ, C. RIOUX, D y TWEDDELL, R.J. 2004. Ultrastructure of the infection process of potato tuber by *Helminthosporium solani*, causal agent of potato silver scurf. Mycological research. 108 (7): 828 – 836 pp.
- MERIDA, C. LORIA, R. y HALSETH, D. 1994. Effects of potato cultivar an time of harvest on the severity of silver scurf. Plant Disease. 78(2): 146-149.

MERIDA, C. y LORIA, R. 1994. Comparison of Thiabendazole-Sensitive and -resistant *Helminthosporium solani* isolates from New York. Plant Disease. 78(2): 187-192.

MICHAUD, M. MARTINEZ, C. SIMAO-BEAUNOIR, A. M. BELANGER, R. R. Y TWEDDELL, R. J. 2002. Selection of antagonist microorganisms against *Helminthosporium solani*, causal agent of potato silver scurf. Plant Disease. 86(7): 717-720 pp.

MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD. 1976. Manual of plant growth stages and disease assessment keys. United Kingdom.

MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José, Costa Rica. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). 676 pp.

NAVARRO, P. 2002. Aproximación de la patogénesis de *Helminthosporium solani* Dur y Mont en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *Tuberosum* Hawkes) durante el almacenaje. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 90 pp.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2004. Base de datos estadísticos de la FAO. *On line* <<http://apps.fao.org/faostat/dafault.jsp>> (agosto 2004).

- PETERSON L, BARKER G. y HOWARTH M. 1985. Development and structure of tubers. *In*: Li P. (ed). Potato physiology. Orlando, United States of America. Academic press. 586 pp.
- RODRIGUEZ, D. SECOR, G. GUDMESTAD, N y FRANCL. 1996. Sporulation of *Helminthosporium solani* and infection of potato tubers in seed and comercial storages. Plant Disease. 80(9): 1063-1070 pp.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2004. Principales enfermedades del cultivo de la papa en la Xa región, Chile.
- SHETTY K.K. FRAZIER M.J. KLEINKOPF G.E. y NOLTE P. s.f. Silver scurf of potatoes. University of Idaho, College of Agriculture. Cooperative extension system, Agriculture experiment station.
- TSROR, L. y PERETZ-ALON, I. 2002. Reduction of silver scurf on potatoes by pre and post-storage treatment of seed tubers with imazalil. American Journal of Potato Research. 79(1): 33-37 pp.
- TYNER, D. N. HOCART, M. J. LENNARD, J. H. y GRAHAM, D. C. 1997. Periderm and lenticel characterization in relation to potato cultivar, soil moisture and tuber maturity. Potato Research. 40: 181-190 pp.

ANEXOS

ANEXO 1: Pesos iniciales en cámara de frío por repetición sin cobertura (kg).

Repetición	R1	R2	R3
Nivel de Infección Sano			
50 días	1,175	1,135	1,270
100 días	1,390	1,390	1,090
150 días	1,290	1,125	1,335
Nivel de Infección 25%			
50 días	1,535	1,370	1,615
100 días	1,570	1,435	1,255
150 días	1,315	1,510	1,505
Nivel de Infección 50%			
50 días	1,215	1,305	1,415
100 días	1,220	1,380	1,235
150 días	1,300	1,225	1,350

ANEXO 2: Pesos iniciales en cámara de frío por repetición con cobertura (kg).

Repetición	R1	R2	R3
Nivel de Infección Sano			
50 días	1,395	1,175	1,260
100 días	1,130	1,440	1,130
150 días	1,530	1,475	1,030
Nivel de Infección 25%			
50 días	1,565	1,355	1,440
100 días	1,480	1,505	1,640
150 días	1,350	1,585	1,530
Nivel de Infección 50%			
50 días	1,455	1,350	1,565
100 días	1,395	1,536	1,540
150 días	1,460	1,375	1,605

ANEXO 3: Pesos iniciales en bodega por repetición sin cobertura (kg).

Repetición	R1	R2	R3
Nivel de infección Sano			
50 días	1,495	1,290	0,805
100 días	0,740	1,205	1,025
150 días	0,770	1,740	1,225
Nivel de Infección 25%			
50 días	1,440	1,355	1,330
100 días	1,575	1,495	1,380
150 días	1,620	1,335	1,465
Nivel de Infección 50%			
50 días	1,315	1,355	1,480
100 días	1,425	1,300	1,595
150 días	1,420	1,050	1,380

ANEXO 4: Pesos iniciales en bodega por repetición con cobertura (kg).

Repetición	R1	R2	R3
Nivel de Infección Sano			
50 días	1,330	1,075	1,065
100 días	1,075	1,070	1,155
150 días	1,185	1,055	1,205
Nivel de Infección 25%			
50 días	1,385	1,125	1,450
100 días	1,215	1,120	1,420
150 días	1,260	1,440	1,570
Nivel de Infección 50%			
50 días	1,470	1,525	1,465
100 días	1,525	1,480	1,445
150 días	1,220	1,360	1,510

ANEXO 5: Análisis de varianza para peso a los 50 días de almacenaje.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Nivel Infección	776,389	2	388,194	8,10	0,0020
B: Tipo Almacenaje	440,972	3	146,991	3,07	0,0472
INTERACCIONES					
AB	806,944	3	146,991	3,07	0,0472
RESIDUOS	1150,0	24	47,9167		
TOTAL	3174,31	35			

ANEXO 6: Análisis de varianza para peso a los 100 días de almacenaje.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Nivel Infección	1058,67	2	529,333	2,35	0,1173
B: Tipo Almacenaje	638,0	3	212,667	0,94	0,4355
INTERACCIONES					
AB	1339,33	6	223,222	0,99	0,4544
RESIDUOS	5414,0	24	225,583		
TOTAL	8450,0	35			

ANEXO 7: Análisis de varianza para peso a los 150 días de almacenaje.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Nivel Infección	12001,4	2	6000,69	10,42	0,0006
B: Tipo Almacenaje	27436,1	3	9145,37	15,89	0,0000
INTERACCIONES					
AB	6293,06	6	1048,84	1,82	0,1371
RESIDUOS	13816,7	24	575,694		
TOTAL	59547,2	35			

ANEXO 8: Análisis de varianza para incidencia a los 50 días de almacenaje.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Nivel Infección	0,00243608	2	0,00121804	0,56	0,5812
B: Tipo Almacenaje	0,0309492	3	0,0103164	4,70	0,0101
INTERACCIONES					
AB	0,0146495	6	0,00244158	1,11	0,3841
RESIDUOS	0,0526544	24	0,00219393		
TOTAL	0,100689	35			

ANEXO 9: Análisis de varianza para incidencia a los 100 días de almacenaje.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Nivel Infección	0,0285961	2	0,0142981	3,07	0,0648
B: Tipo Almacenaje	0,0304764	3	0,0101588	2,18	0,1162
INTERACCIONES					
AB	0,0166577	6	0,00277628	0,60	0,7300
RESIDUOS	0,0166577	24	0,00465302		
TOTAL	0,187403	35			

ANEXO 10: Análisis de varianza para incidencia a los 150 días de almacenaje.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Nivel Infección	0,0782415	2	0,0391208	16,97	0,0000
B: Tipo Almacenaje	0,0345834	3	0,0115278	5,00	0,0078
INTERACCIONES					
AB	0,0200612	6	0,00334354	1,45	0,2371
RESIDUOS	0,0553181	24	0,00230492		
TOTAL	0,188204	35			

ANEXO 11: Ficha técnica cv. Desireé.

Origen	Urgenta x Depesche
Creador y propietario	Origen Holanda
Año Inscripción	1962
Clasificación	Consumo fresco y procesamiento
Descripción	
Forma del tubérculo	Oval alargado
Ojos	Superficiales
Piel	Rosada
Pulpa	Amarillo claro
Planta	Desarrollo intermedio, semirrecta, buen vigor, follaje de color verde, presenta flores de color rosado pálido
Características	
Rendimiento	Alto
Materia seca	Aproximadamente 22% en el secano zona sur de Chile
Madurez	Semitardía (145 – 150) en plantaciones de octubre en el sur de Chile
Enfermedades	Buena resistencia al virus Y de la papa (PVY) y moderadamente susceptible al virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV). Susceptible a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>). Medianamente resistente a costra negra (<i>Rhizoctonia solani</i>)

Almacenamiento	Bueno, tiene un periodo de reposo de 4 a 5 meses
Calidad para consumo	Buena calidad culinaria, resistente a cocción, sabor neutro
Utilización	Adecuada para guarda

FUENTE: CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS s.f.